



ENERGIAN SÄÄSTÖ LAUTTALIIKENTEESSÄ

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO, KONETOIMISTO

TVH 743746

HELSINKI 20.5.1982

08
TIE-



82 0734

ENERGIAN SÄÄSTÖ LAUTTALIIKENTEESSÄ

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Käyttöosasto, Konetoimisto

TVH 743746

Helsinki 20.5.1982

ISBN 951-46-5508-7

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
YLEISTÄ	1
TEHDYT KOKEET	3
TULOKSET	5
a) Aikataulukysymys	8
b) Yöliikenteen lakkauttaminen	8
c) Tyhjäkäynti	8
d) Ajonopeuden alentaminen	8
e) Jäähäkkien vaikutus	11
f) Väylän sulanapito	14
g) Ajotapa	19
h) Kuormitus	23
i) Ajo ilman vaijeria	23
j) Rungon pinnoitteet	23
MELUTASO	25
TOIMENPIDESUOSITUKSET	26

ENERGIAN SÄÄSTÖÄ LAUTTALIIKENTEESSÄ TUTKIVAN TYÖRYHMÄN RAPORTTI

YLEISTÄ

Tie- ja vesirakennuslaitoksen käytössä olevien yleisten teiden lauttojen ylläpitokustannukset olivat vuonna 1980 n. 58 milj. markkaa josta polttoaineen osuus oli n. 17 % eli lähes 10 milj. markkaa. Näin suuresta polttoaineen kulutuksesta ja usein toistuvista energian hinnankorotuksista johtuen asetti tie- ja vesirakennushallituksen kone-toimisto toukokuussa 1980 työryhmän tutkimaan energian säästöä lauttaliikenteessä. Työryhmään nimettiin ins. Pertti Auvinen rakennusoaston sillanrakennustoimistosta, ins. Kaarlo Lind käyttöosaston kunnossapitotoimistosta ja ins. Sakari Pulkkanen käyttöosaston konetoimistosta.

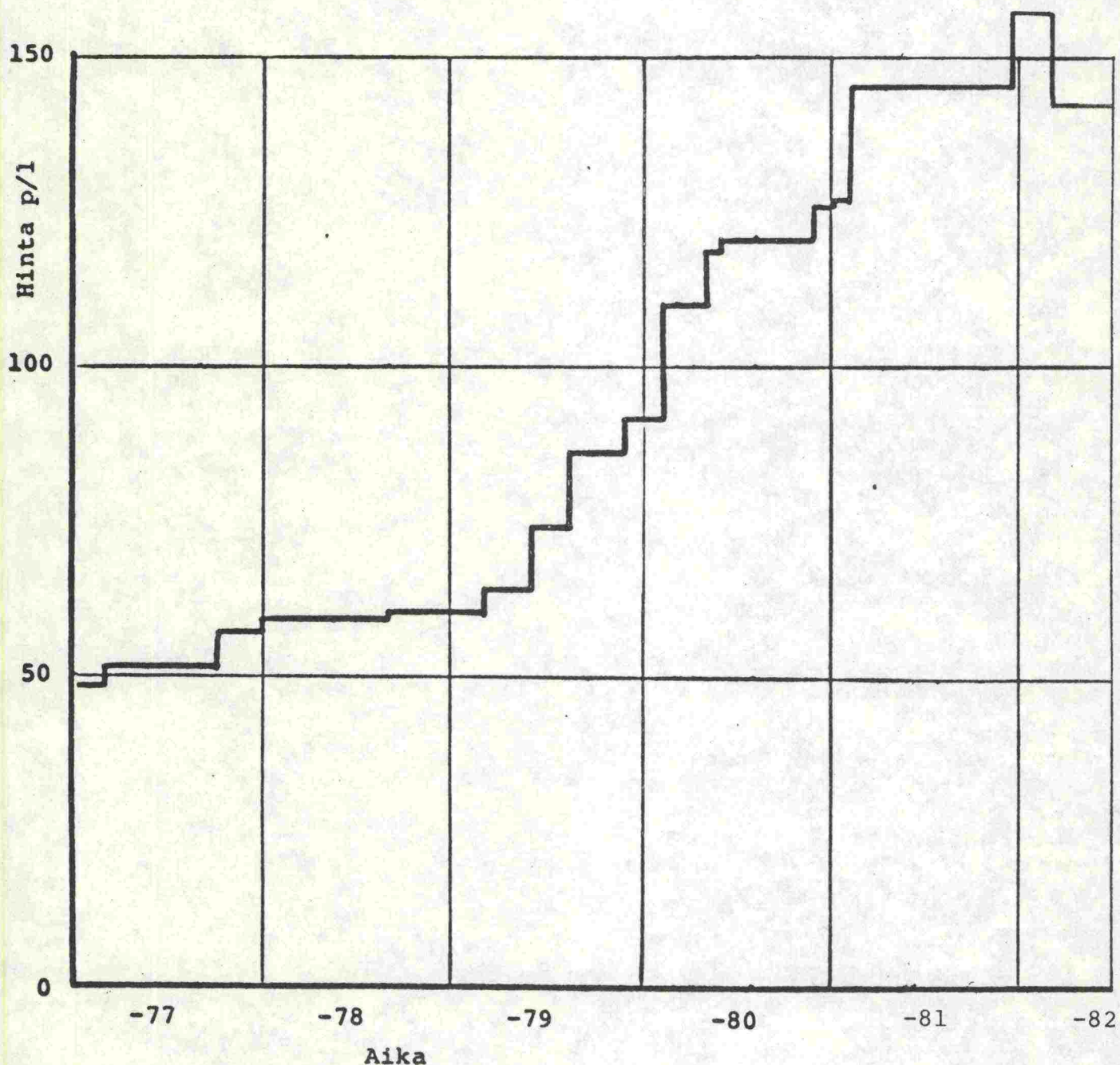
Työryhmän tehtäväksi annettiin selvittää ne toimenpiteet joilla voitaisiin vähentää lauttakaluston kuluttamaa polttoainemäärää ja näin pienentää jatkuvasti kasvavia polttoainekustannuksia. Säästötoimenpiteiden selvittely oli rajattu koskemaan vain nyt käytössä olevia lauttoja ilman erikoisia rakennemuutoksia. Työhön ei sisältynyt myöskään aikataulu- eikä kulkuaikakysymykset. Kuitenkin tehtyjen kokeiden ja selvitysten aikana on tullut esiin näkökohtia jotka kannattaa ottaa huomioon uusia lauttoja kehitettäessä ja hankittaessa. Työryhmä totesi myös, että aikataulun ja erilaisten kulkuaikojen käyttöönotto olisi yksi parhaista energiansäästötoimenpiteistä. Tästä johtuen päätettiin tutkia myös näiden vaikutus energian kulutukseen.

Tehtyjen kokeiden perusteella saadut tulokset eivät kaikilta osin ole ehdottoman tarkkoja johtuen siitä, että sääolosuhteet, virtaukset ja tuulet vaihtelivat huomattavasti kokeiden aikana ja vaikeuttivat muunmuassa rantautumista. Tuloksia voidaan kuitenkin pitää riittävän tarkkoina pohjaksi toimenpidesuosituksille jotka annetaan tämän raportin lopussa.

Työryhmä kokoontui ensimmäisen kerran 19.5.1980. Tällöin sovittiin alustavasti tehtävien tutkimusten laajuudesta ja selviteltiin mahdolliset TVL:n piireillä ja ulkopuolisilla tehtävien tutkimusten rahoitukset.

Tuloksissa esitetyt säästöt on laskettu lähtien pahimmasta tapauksesta. Näinollen todellisuudessa säästöt ovat pienempiä johtuen siitä, että tie- ja vesirakennuspiirit ovat jo oma-aloitteisesti suorittaneet samansuuntaisia energiansäästötoimenpiteitä.

KEVYEN POLTTOÖLJYN HINTA-
KEHITYS VUODESTA 1977 ALKAEN



TEHDYT KOKEET

Syyskuun 8 päivänä 1980 pitämässään kokouksessa työryhmä valitsi tutkittavaksi seuraavat energian säästöön tähtäävät toimenpiteet:

- a) aikataulukysymys (tämä ei kuulunut työryhmän toimeksiantoon mutta työryhmän mielestä sen merkitys kannattaa tutkia)
- b) yöliikenteen lakkauttaminen/kulkuajat
- c) tyhjäkäynti
- d) ajonopeuden alentaminen
- e) jäähäkin vaikutus
- f) väylän sulanapito
- g) ajotapa/ajotapakoulutus/apulaitteet
- h) kuormitus
- i) ajo ilman vaijeria
- j) rungon pinnoitteet (pinnan karheuden vaikutus)
- k) virtausolosuhteet

9 - 10.10. ja 16.10.1980 suoritettiin Vikomin lauttapaikalla saaristotiellä Turun piirissä mittauksia joissa haettiin selvitystä edellä mainittuihin kohtiin c, d, e, g, h, i ja j.

Tehtyjen ajojen aikana suoritettiin myös melutason mittauksia.

Kokeet suoritettiin seuraavasti 42 t lossialuksella jonka voimanlähteinä on 2 kpl 72 hevosvoiman moottoria:

1. Ajettiin edestakaiset ajot moottoreiden kierrosluvuilla täydet, 1900 1/min ja 1200 1/min lossilla jossa oli häkit paikoillaan ja pohjassa yhden kesän aikana kertynyt näkkikerros. Näiden ajojen aikana lossi oli ilman kuormaa. Mitattiin moottoreiden polttoaineen kulutus ylityksen aikana ja lisäksi polttoaineen kulutus aikayksikössä kolmessa eri pisteessä ylityksen kestäessä. Mitattiin myös ylitykseen mennyt kokonaisaika ja aika edellä mainittujen pisteiden kohdalla. Pisteiden paikat määriteltiin teodoliittimittauksin. Mukana mittauksissa oli myös kolmas teodoliitti jolla määriteltiin lossin suunta väylään nähden ja tutka jolla pyrittiin mittaamaan lossin nopeudet ja kiihtyvyydet. Nopeuksien mittausta tutkalla häiritsi lossin pieni nopeus ja vieressä liikennöivä toinen lautta.
2. Suoritettiin samat kokeet ja mittaukset mutta eri kuljettajan ajamana.
3. Suoritettiin samat kokeet ja mittaukset kuten kohdassa 1. mutta lossi oli kuormattu puolella kuormalla ja moottoreiden kierrosluvut täydet, 2100, 1900, 1600 ja 1400 1/min.
4. Suoritettiin samat kokeet ja mittaukset kuten kokeessa 1. mutta lossi oli kuormattu täydellä kuormalla ja moottoreiden kierrokset kuten kokeessa 3.
5. Lossi siirrettiin telakalle pohjan pesua varten. Ennen pesua pohjassa olevan näkkikerroksen paksuus mitattiin ja valokuvattiin. Paksuudeksi saatiin kauttaaltaan noin 13 - 15 mm. Samalla tarkastettiin potkurin kunto ja todettiin, että kaikkien siipien kärjet olivat taipuneet noin 15 mm.

6. Suoritettiin samat kokeet ja mittaukset kuten kokeessa 1. mutta lossin pohja oli pesty puhtaaksi.
7. Suoritettiin samat kokeet ja mittaukset kuten kokeessa 1. mutta pohja oli puhdas ja jäähäkit poistettu.
8. Lopuksi suoritettiin vielä samat kokeet kuten kokeessa 1. mutta lossi oli irroitettu ohjausköydestään.

Energian säätötoimenpiteitä talvella jääolosuhteissa selvitetettiin siten, että valittiin 11 olosuhteiltaan yleistä lauttapaikkaa joihin käytiin tutustumassa paikanpäällä. Tässä tilaisuudessa haastateltiin myös piirien edustajia esim. koneinsinööriä tai koneteknikkoa, tiemestaria ja lossinhoitajaa. Tehdyt kysymykset sekä niihin saadut vastaukset kirjattiin muistiin ja sisällytettiin jäljempänä esitettäviin tutkimustuloksiin.

Tutustumiskohteiksi valittiin seuraavat lauttapaikat:

- Syvinki, Hämeen piirissä
- Kärkistensalmi, Keski-Suomen piirissä
- Kantola, Keski-Suomen piirissä
- Korttesalmi, Kuopion piirissä
- Vehmersalmi, Kuopion piirissä
- Puutossalmi, Kuopion piirissä
- Käsämä, Pohjois-Karjalan piirissä
- Piikkeensalmi, Pohjois-Karjalan piirissä
- Hankovirta, Mikkelin piirissä
- Kietävälä, Mikkelin piirissä
- Puumala, Mikkelin piirissä

TULOKSET

a) Aikataulukysymys

Haastattelussa saatujen vastausten mukaan liikenteen rajoittaminen ja aikatauluun siirtyminen on ehdottomasti hyvä energialla säästävä toimenpide. Näiden haastattelujen mukaan aikataulut tai vastaavat voitaisiin toteuttaa myös palvelutason kannalta jos se vain tehdään paikkakohtaisesti ja riittävän joustavasti.

Aikataulun ja kulkuajan vaikutuksen tarkempaa selvitystä varten valittiin esimerkkipaikaksi Kokkilan lauttapaikka kahdestakin syystä, jotka ovat: ensinnäkin sieltä oli saatavissa vanhat liikennelaskentatiedot ylityskertoineen vuodelta 1977 ja toiseksi: se on tyyppillinen lauttapaikka keskimääräisine liikenteineen joskin ylipitkine lauttaväleineen. Siis KVL = 269 ja lauttaväylä 616 m sekä lautan kantavuus 42 tonnia.

Laskemalla tyyppipäivien ylityskerrat ja liikenne sekä kertomalla se päivien luvulla on saatu koko vuoden ylityskertamäärät (54710). Tämän lisäksi on laskettu koko vuoden ylityskertamäärät erilaisille aikatauluille, jotka ovat erilaisia touko-elokuussa ja syys-huhtikuussa. Edelleen aikataulu on ollut erilainen päivä- ja yöaikaan. Hiljaisen liikenteen paikoilla ei yöaikainen aikataulun mukainen liikenne ole mielekäästä, koska se aiheuttaa ylimääräisiä vuoroja.

Seuraavassa taulukossa ylityskerrat eri vaihtoehdoilla:

	klo 0.00 - 6.00			klo 6.00 - 24.00		
	Kiertoaika	Ylityskertaa /vrk /aika		Kiertoaika	Ylityskertaa /vrk /aika	
Touko-	30	24	2952	15	144	17712
elokuu	40	18	2214	20	108	13284
123	60	12	1476			
vrk	120	6	738			
	klo 22.00 - 6.00			klo 6.00 - 22.00		
	Kiertoaika	Ylityskertaa /vrk /aika		Kiertoaika	Ylityskertaa /vrk /aika	
Syys-	60	16	3888	20	96	23328
huhtikuu	120	8	1944	30	64	15552
243				40	48	11664
vrk						

Valitsemalla seuraavat aikataulut saadaan ylityskertojen säästöksi vuodessa seuraavat %:t

touko-elokuu:	120/20	säästö 50 %
syys-huhtikuu:	120/40	
	60/20	säästö 37 %
	60/30	
	120/15	säästö 34 %
	120/30	
	60/15	säästö 29 %
	60/30	
	120/15	säästö 28 %
	120/20	
	30/15	säästö 26 %
	60/30	

Aikataulun täytyy tietysti olla sellainen, että lautan nopeus ei tule esteeksi aikataulun noudattamiselle. Edelleen aikataulun tulisi olla sellainen, että lautan huippunopeuden lasku 30 %:lla olisi mahdollista. Tässä tapauksessa minimikiertoaika oli 6,00 min. Kun siihen lasketaan 30 % saadaan uusi kiertoaika vähintään 8,57 min. Toisaalta lautan kapasiteettia ei saa ylittää. Yleensä sunnuntailiikenne kesällä on tässä suhteessa määräävä ja se on vuoden 1977 liikennetietojen mukaan 10 min. Jos liikenteelle sallitaan sinä päivänä noin neljän tunnin aikana ruuhkautumista, voidaan kiertoaika eli aikatauluväli ottaa 15 min:ksi. Tällöin päästään aina noin 30 % säästöön ylityskerroissa.

Edellä oli yöliikenteelläkin aikataulu. Esimerkkipaikan yöliikenne klo 0-6 oli keskim. 3320 ylitystä/vuosi, joka vastaa noin 1,5 tunnin aikatauluväliä. Aikatauluvälin täytyy siis olla suurempi kuin edellä mainittu 1,5 tuntia saadaksemme jotain säästöä aikaan. Se voi olla myös sellainen, että kesällä kiertoaika on pienempi kuin talvella. Koko yöliikenteen klo 0-6 lakkauttaminen tietäisi tällä paikalla $3320/16080 = 0,21 \sim 20$ % säästöä päiväliikenteen ylityskertojen säästöstä eli kun päiväliikenteen säästö on 30 % niin yöliikenteen lakkauttamisesta johtuva säästö on 20 % tästä eli 6 % ylityskerroista.

Vuoden 1981 alussa oli tällaisia esimerkin mukaisia lautta-
paikkoja 44 kpl. Näissä polttonesteen kulutus oli keskim.
40.000 l/vuosi eli yhteensä vuodessa $1,76 \text{ milj.l.}$ Tästä
voidaan siis päästä vähint. 30 % säästöön eli $1,76 \times 0,3 =$
 $0,53 \text{ milj.l}$ ja hintana tämä on noin 0,77 Mmk. Esimerkkiä
pienempiä tai samankokoisia lauttoja oli 34, mutta nämä
ovat yleensä pohjoisessa ja niiden käyttöaika vuodessa on
vain 6 kk, joten saavutettavat säästöt ovat huomattavasti
pienemmät eli $0,620 \times 0,3 \times 1,46 = 0,27$. Sensijaan esimerk-
kiä suurempia lauttapaikkoja oli 15 kpl. Osa näistä oli jo
aikataulussa. Aikatauluttomien polttoaineen kulutus oli
 $1,44 \text{ milj.l}$ eli hintasäästö $1,44 \times 0,3 \times 1,46 = 0,63 \text{ milj.mk}$
eli säästöt yhteensä $0,77 + 0,27 + 0,63 = 1,67 \text{ milj.mk}$.
Yöliikenteen laukkauttaminen aiheuttaisi polttoainesäästöä
 $0,20 \times 1,67 = 0,33 \text{ milj.mk}$ kuten edellä oli mainittu.

b) Yöliikenteen lakkauttaminen/kulkuajat

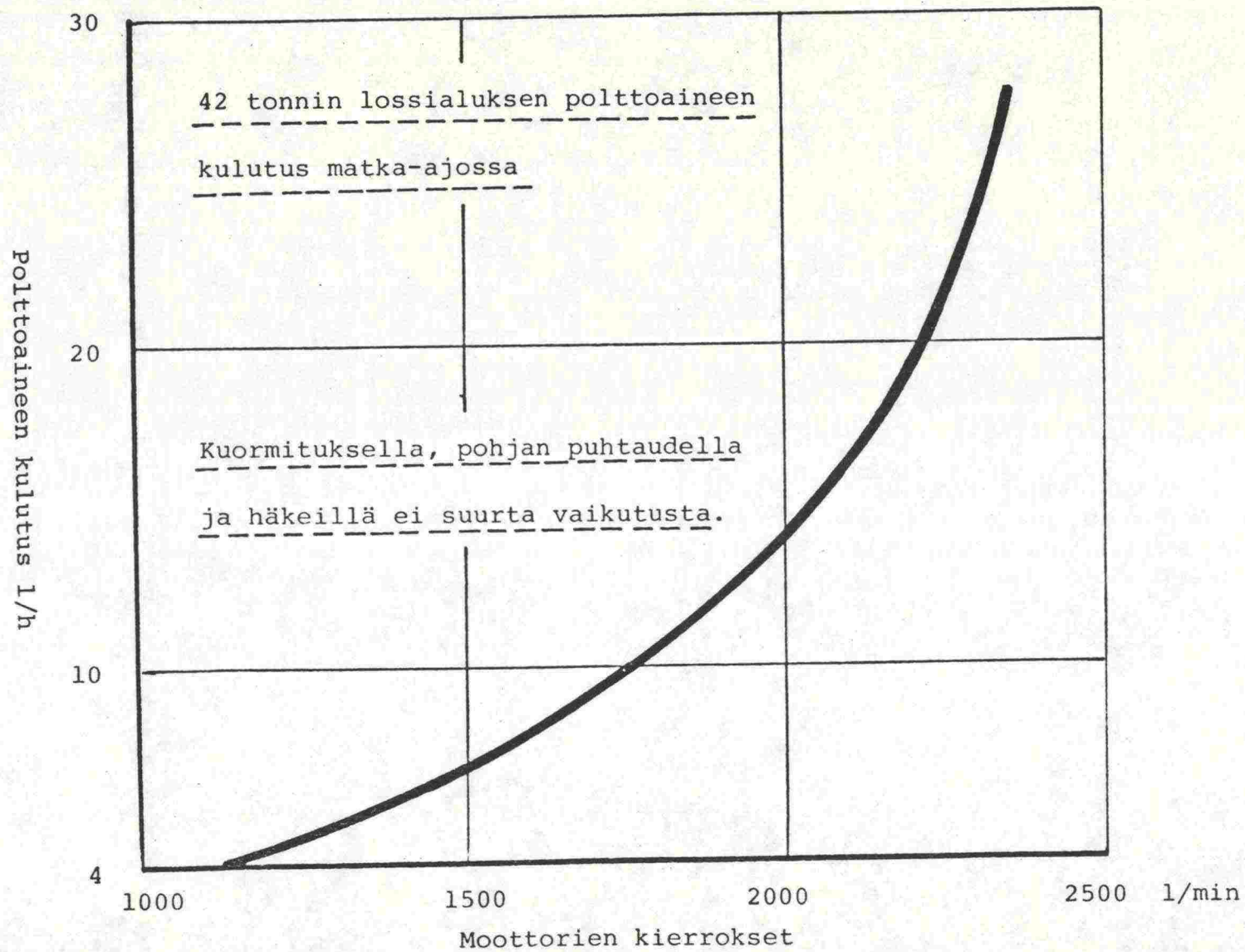
Selvitettiin kohdan a) kanssa samanaikaisesti.

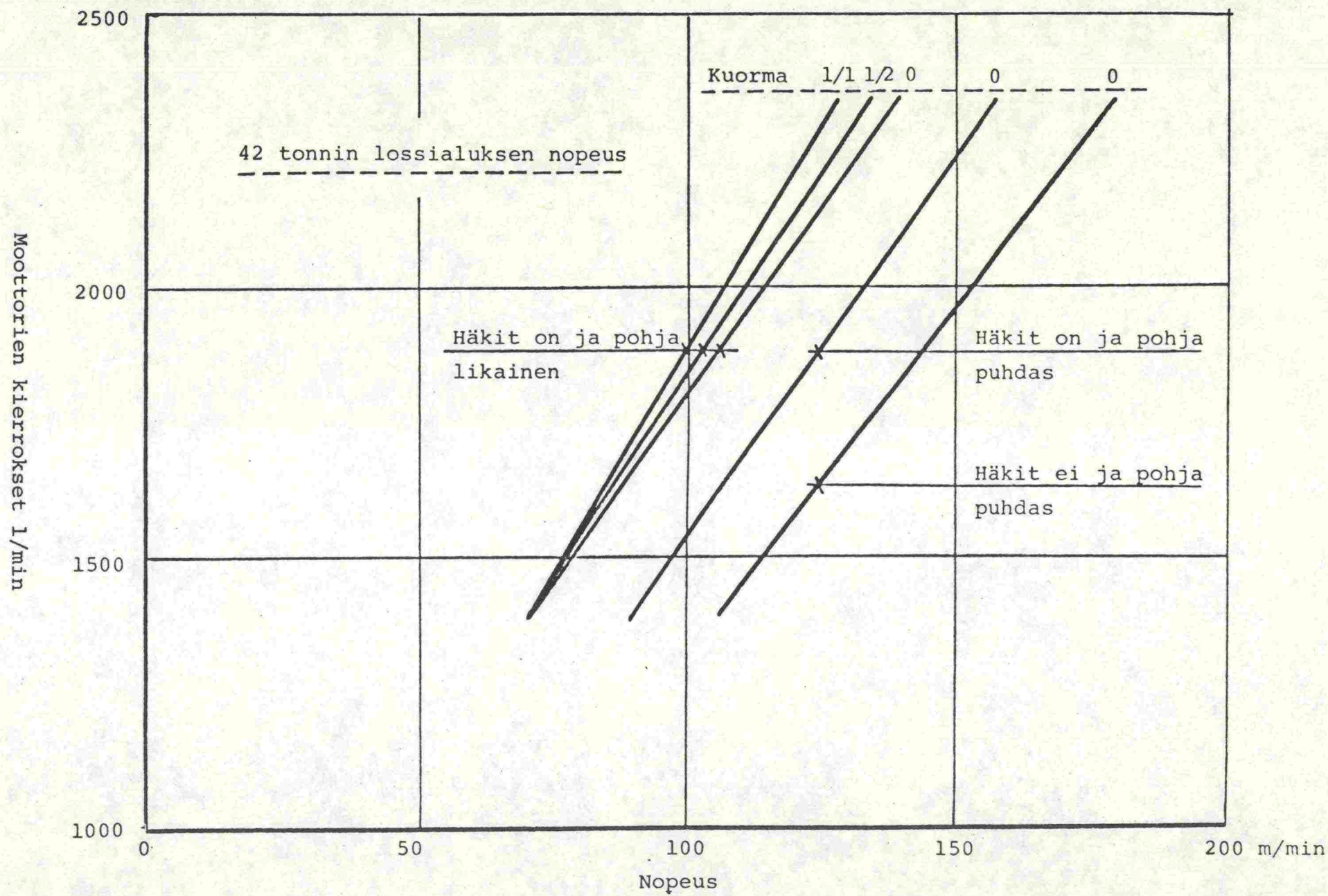
c) Tyhjäkäynti

Polttoaineen kulutus tyhjäkäynnillä on suoraan verrannolli-
nen moottoreiden käyntiaikaan. Kokeilulossissa tyhjäkäynnin
kulutus oli keskimäärin 2 l/h. Kuinka pitkiä tyhjäkäynti-
jaksoja sallittaisiin, jätetään käyttäjien harkittavaksi,
mutta näyttää siltä, että muutaman minutin seisokin takia
ei kannata moottoreita pysäyttää sillä käynnistykset vaati-
vat sähkövirtaa ja kuluttavat moottoreita. Haastattelu-
tuloksista ilmenee, että monilla paikoilla joudutaan moot-
toreita käyttämään pakkasella lämmityksen takia. Tähän
esitetään parannukseksi menetelmää jossa moottorit lämmitet-
tään maista otetulla sähkövirralla.

d) Ajonopeuden alentaminen

Oheisista käyrästä voidaan todeta, että moottoreiden
käyttökierrosluvun alentamisella voidaan saavuttaa yllättä-
vän suuria polttoaineen säästöjä. Esimerkiksi matka-ajossa
kierrosten pudottaminen täysistä 3/4:aan putoaa polttoai-
neen kulutus noin 60 % ja nopeus pienenee vain noin 30 %.





Jos taas verrataan ylityksen aikana kulutettua polttoainemäärää ja ylitykseen käytettyä aikaa voidaan havaita, että sama kierroksien pudotus vähentää polttoaineen kulutusta noin 30 % ja lisää ylitykseen käytettyä aikaa noin 20 %. Jälkimmäisessä tapauksessa olevien lukujen pienemmyys johtuu siitä, että rantautuminen vie oman aikansa ja vaatii polttoainetta.

Edellä mainitut lukemat on saatu mittauksista jolloin lossin pohja oli noin 14 mm näkkikerroksen peitossa ja jäähäkit olivat paikallaan.

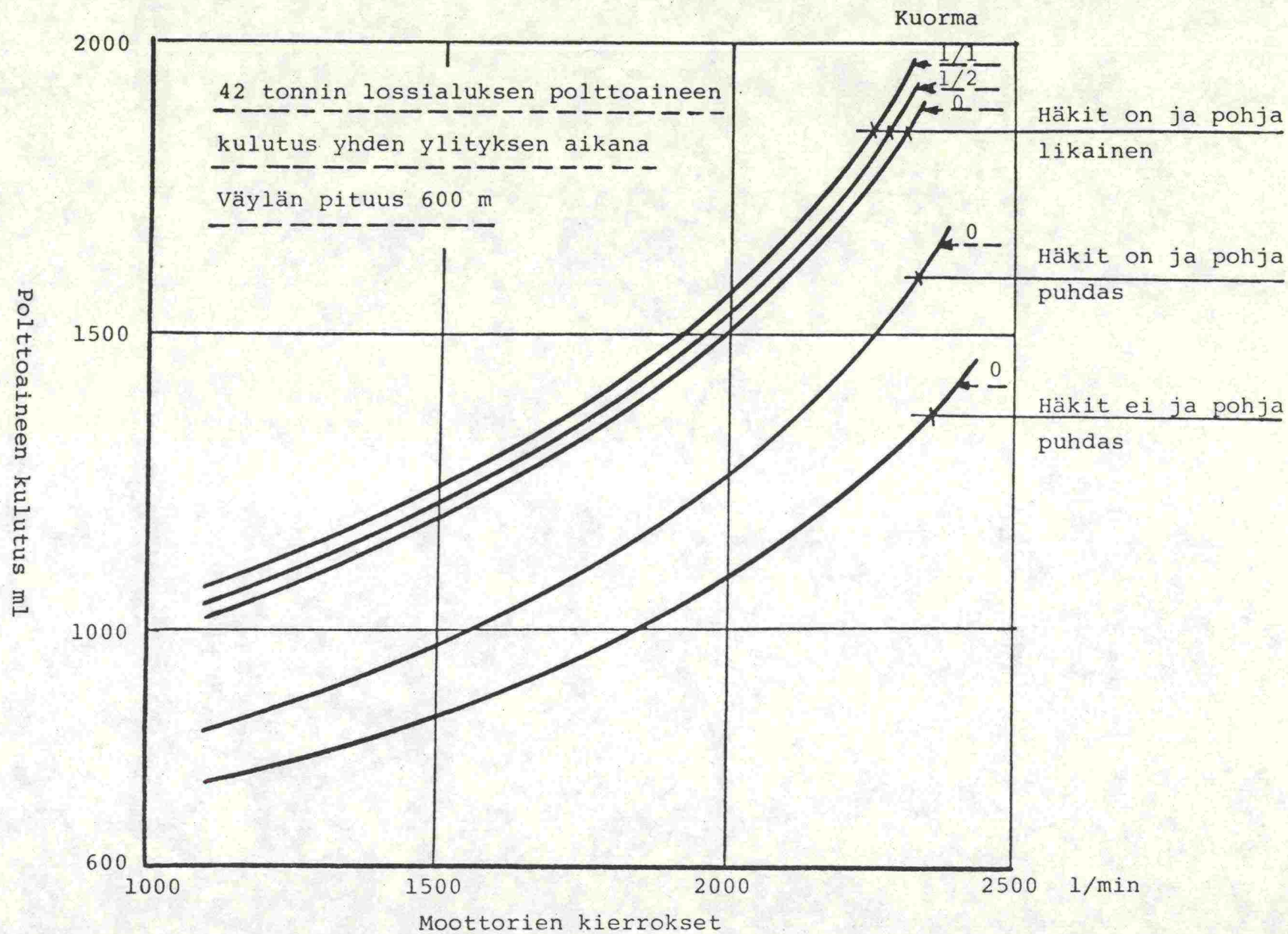
e) Jäähäkkien vaikutus

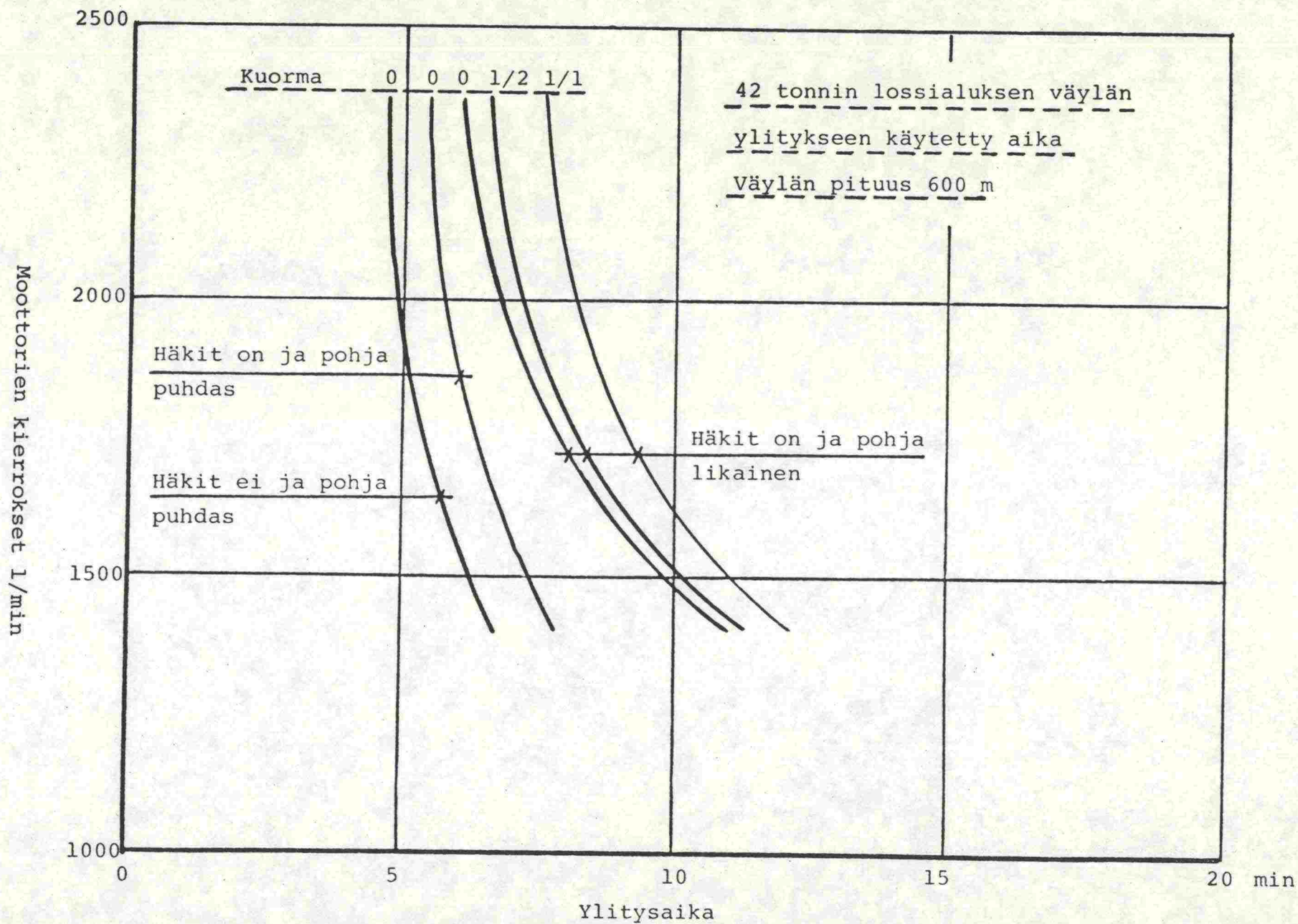
Polttoaineen kulutukseen aikayksikköä kohden matka-ajossa ei jäähäkeillä ollut suurtakaan merkitystä. Sen sijaan ajonepiteen niiden poisjättö vaikutti huomattavasti. Käyrästöstä voidaan havaita, että ilman jäähäkkejä nopeus oli noin 18 % suurempi kuin jäähäkkien kanssa ja tämä ero pysyi lähes vakiona riippumatta moottoreiden kierrosluvuista.

Polttoaineen kulutusta yhden ylityksen aikana jäähäkkien poisjättö pienensi noin 15 % ja ylitysaika pieneni saman verran. Myös nämä erot pysyivät lähes vakioina riippumatta moottoreiden kierrosluvuista.

Jäähäkkien poisjättäminen toi mukanaan sen epäkohdan, että täysillä moottoreiden kierroksilla ajettaessa lossin ohjattavuus huononi. Sen sijaan kierrosten ollessa noin $3/4$ täysistä ohjattavuus parani lähes ennalleen.

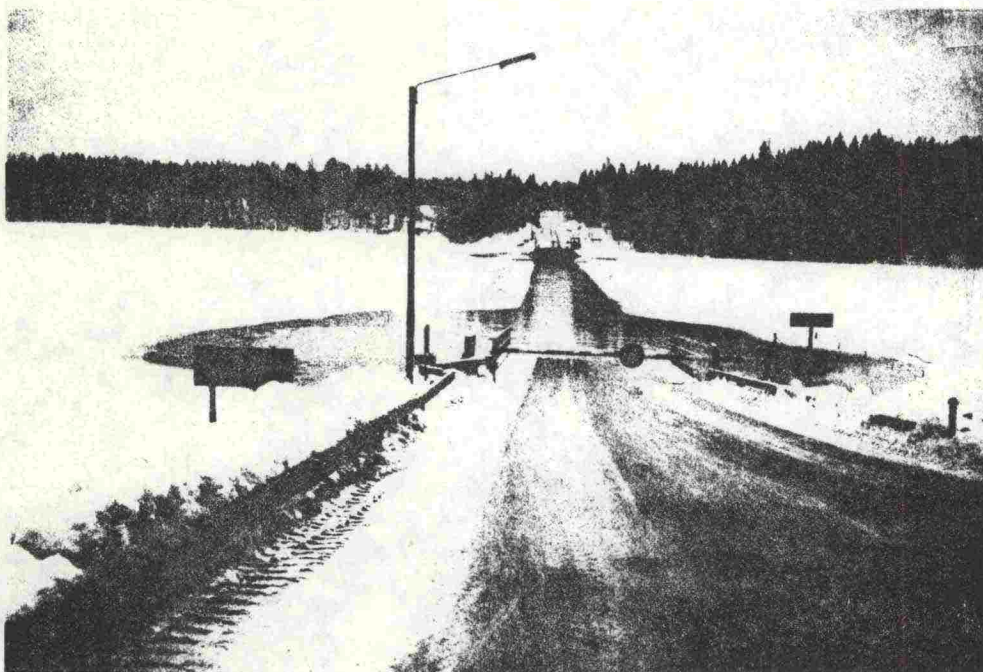
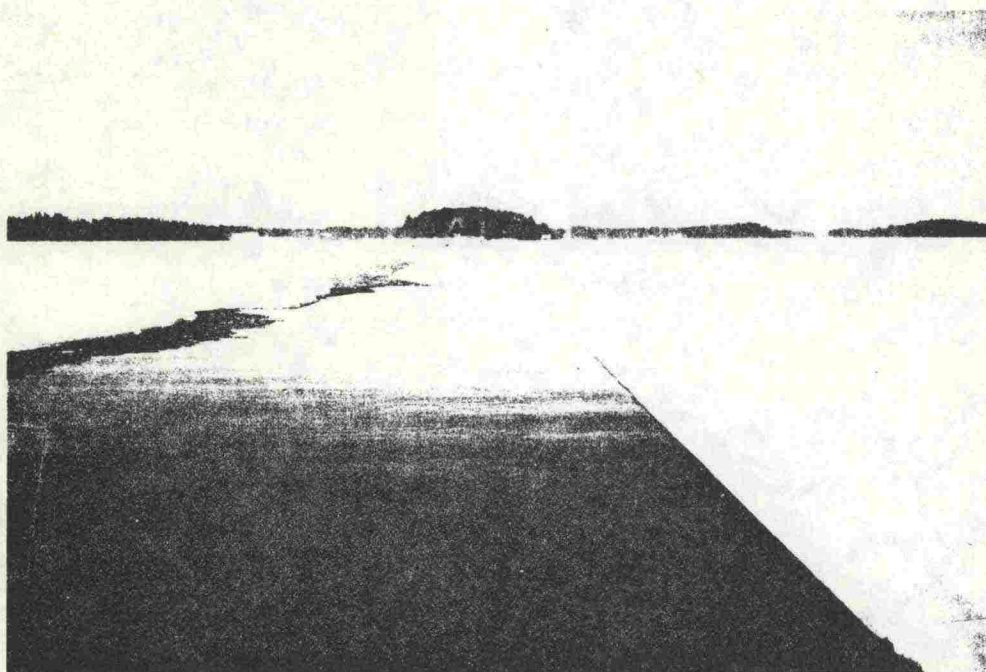
Jäähäkkien vaikutusta ja tarpeellisuutta jääolosuhteissa selvitettiin haastattelukierroksella. Haastattelutulosten sekä aiemman kokemuksen perusteella jäähäkkien poisjättö on mahdollista tietyillä lauttapaikoilla, mutta se on riippuvainen siitä, kuinka hyvin lauttaväylä pystytään pitämään vapaana irrallisista jäälautoista. Koska jäähäkkien lisäävä vaikutus polttoaineen kulutukseen on melko suuri (n. 15 %) tulee lauttapaikkakohtaisesti harkita voidaanko jäähäkkien käytöstä luopua.





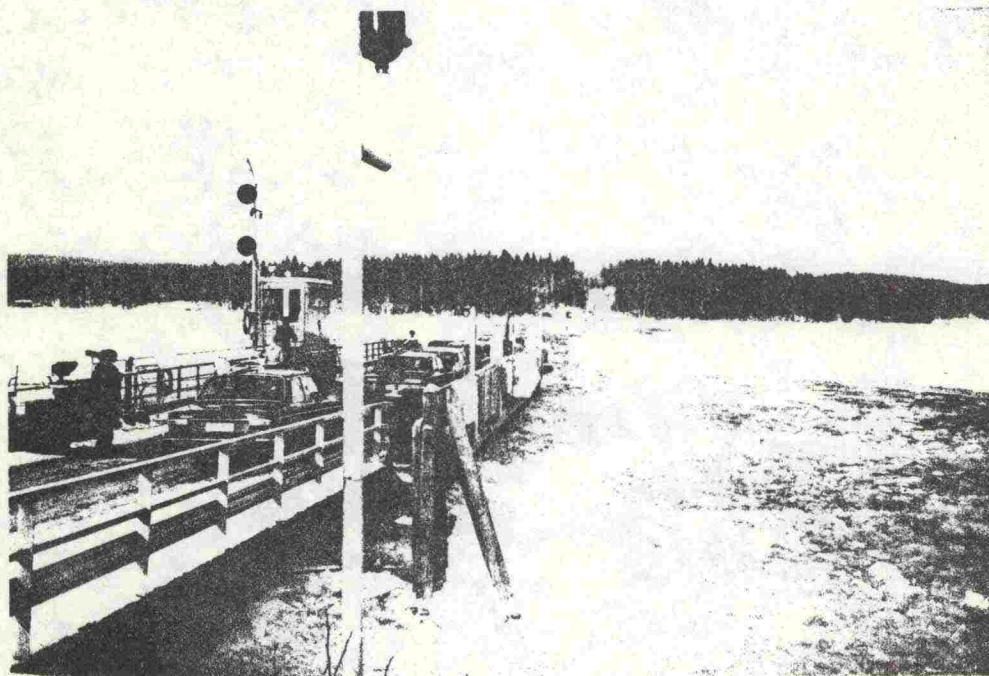
f) Väylän sulanapito

Väylän sulanapitoa ei voitu kokeellisesti tutkia lauhasta talvesta johtuen. Tästä syystä työryhmä teki tutustumis- ja haastattelukierroksen yhdelletoista tyypilliselle lautta- paikalle. Näiden haastattelutulosten perusteella näyttää siltä, että varsinaisia väylän sulanapito-ongelmia ei ole kovinkaan paljon. Suurimmat vaikeudet ilmenevät niillä paikoilla joissa lauttaväylää risteää liikennöitävä laiva- väylä. Suurin jäiden aiheuttama haitta näyttää olevan ran- tautumislaitteiden jäätyminen.





Edelläolevilla lauttapaikoilla on väylän sulanapito onnistunut hyvin.



Tällä lauttapaikalla ei väylän sulanapito ole onnistunut niin hyvin kuin edellä.

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Konetoimisto
26.4.1982
SP/IH

ENERGIAN SÄÄSTÖ LAUTTALIIKENTEESSÄ

Kyselykierroksen 3. - 5.3.1982 tulokset

Kysymykset	Vastaukset		
	Syvinki (33 t lossi)	Kärkistensalmi (60 t lossialus)	Kantola (42 t lossialus)
Onko tällä paikalla käytetty jäätietä	Ei ainakaan 15 vuoteen	Viimeksi 1960 luvulla ja eri paikassa. Etelämpänä	Ei sen jälkeen kun ruoripotkurilossi otettiin käyttöön
Jäätien teko-, hoito- ja purkukustannukset	-	-	-
Jäätien kantavuus	-	-	-
Kuinka pitkän ajan jäätie on ollut käytössä	-	-	-
Onko ollut väylän sulanapitovaikeuksia	Väylä jäätyy ilman sulanapitotoimenpiteitä	On ollut sulanapitovaikeuksia	Ei ole ollut liikennöitäessä lossialuksella
Mitä sulanapitotoimenpiteitä on suoritettu	Käytetty yhtä 11 kW:n pintavirrankehittintä	Käytetty kahta ylös pohjasta asennettua ilmaletkua	Jäälauttoja poistettu potkurivirroilla ajoittain
Väylän sulanapitokustannukset	Noin 2000 mk. Kulutettu sähkö + työ	Noin 5000-6000 mk. Kulutettu sähkö + asennus ja purkaustyöt	-
Ajetaanko lautalla ylimääräisiä vuoroja sulanapidon takia	Ei ajeta	Ei ajeta	Joskus kovilla pakkasilla yöllä
Aiheuttaako jäät muutoksia ajotavassa	Ei aiheuta. Vaijerit pidettävä ylhällä vedestä	Ajettava varoen varsinkin keväällä	Ajettava varoen
Vaatiiko jääolosuhteet lisärakenteita lauttaan	Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi
Vaatiiko jääolosuhteet lisärakenteita rantalaitteisiin	Ponttonien sulanapito. Pitäisi kehitellä sulanapitomenetelmä	Kaltureiden jäätyminen. Käytetty ylim. ponttonia	Kalturiponttonit jäätyvät
Tehdäänkö jäiden lähdon aikana erikoistoimenpiteitä	Vähän lauttojen rikkomisilla lossilla	Vain varovaista ajoa	Ei vaadi
Onko ajotavassa tapahtunut muutoksia viime vuosina	Rantautuminen helpottunut uusien saksien ansiosta	Ei ole	Ei ole
Liikkuuko väylässä irrallisia jäälauttoja	Ei liiku	Liikkuu suuriakin	Hyvin vähän. Voidaan poistaa potkurivirroilla
Pysyykö pohja puhtaana telakoinnin välin	Pysyy	Pysyy	Pysyy
Voidaanko jäähäkit jättää pois	-	Nykyisellään ei. Väylässä liikkuu jäitä	Kyllä voitaisiin
Kuinka usein moottoreiden säädöt tarkastetaan	Kerran vuodessa ja lisäksi tarpeen mukaan	Ei tietoa. Korjaamo hoitaa	Ei tietoa
Käytetäänkö moottoreita lämmityksen takia	Joskus hydrauliikan lämmityksen takia	Ei käytetä. Riittävän vilkas liikenne	Joskus
Lautan kuluttama polttoainemäärä vuodessa	Vuonna 1980 25 000 litraa	Vuonna 1980 105 000 litraa	Ei tietoa
Ohjaamon lämmityksen polttoaineen kulutus	Noin 2 500 l/vuosi	Noin 2 500 l/vuosi	Arvio noin 2 000 - 2 500 l/vuosi
Paljonko päivystyskopissa oleskellaan	Hyvin vähän	Ei juuri olla	Vähän
Päivystyskopin lämpötila	Oli n. 23°C. Voisi olla vain 15 - 15°C	Oli n. 23°C. Voisi olla alempi. Uutta koppia ei ole vaadittu	Ei tietoa
Onko energiansäästötoimenpiteitä suoritettu	Ei turhia tyhjäkäyntejä eikä tarpeetonta jään-sulatusta	Ei ole tehty	Ei ole tehty
Mitä energiansäästötoimenpiteitä ehdotat	Annettava ajo-ohjeita. Pidetään laitteet kunnossa. Pintavirran kehittimen koko ja asennus oikein. Sähkönkulutus pienemmäksi	Kaltureiden jäänpoistokustannukset pienemmiksi	-

ENERGIAN SÄÄSTÖ LAUTTALIIKENTEESSÄ

Kyselykierroksen 3. - 5-3-1982 tulokset

Kortessalmi (42 t lossialus)	Vehmersalmi (42 t lossialus)	Puutossalmi (60 t lossialus)	Käsämä (33 t lossi)
Ei viiteen vuoteen eikä voida tehdä syväväylän takia	On yksityinen jäätie. Voidaan rakentaa tarvittaessa	Ei ole. Voitaisiin rakentaa Syväväylä = ?	Normaalisti on
-	Rakentaminen lienee edullista	-	Ei kovin kallis
-	42 t lienee liian suuri	-	Vain kevyelle liikenteelle
-	-	Joutuisi kiertämään melko pitkälti	2 - 3 kuukautta
Ei ole ollut vaikeuksia	Jäätyy ilman ilmaputkea	Ei ole ollut	-
Vain muutama ylim. vuoro ajettu	Väylällä yksi ilmaputki ja kompressor	Ei mitään. Vilkas liikenne	-
Vain edellisestä johtuvat. Ei voida eritellä	Ei eritelty. Laite käytössä vain ajoittain	-	-
Kyllä vähän	Ei tarvitse	Ei ajeta	-
Ajetaan ilman vaijeria	Ei aiheuta	Ei aiheuta	-
Ei mitään	Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi
Ei mitään	Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi
Ei mitään	Ei mitään	Ei mitään	Väylän aukaisu
Ohjeet, että täysillä ajetaan vain pakottavissa tapauksissa	Ohjeet, että täysillä ajetaan vain pakottavissa tapauksissa	Ohjeet, että täysillä ajetaan vain pakottavissa tapauksissa	Ei ole
Ei liiku	Vähän liikkuu	Vähän liikkuu	-
Pysyy	Pysyy	Pysyy	Pysyy
Nykyisellään voidaan. Syväväylä = ?	Mahdollisesti voitaisiin. Ei aivan varmaa	Vaatii suojahäkit	-
Määräaikaishuoltojen yhteydessä	Määräaikaishuoltojen yhteydessä	Määräaikaishuoltojen yhteydessä	Ei tietoa
Vain kovilla pakasilla jonkun verran	Vähän moottoreiden lämmityksen takia	Vähän moottoreiden lämmityksen takia	-
Noin 40 000 l vuodessa	Noin 40 000 l vuodessa	Noin 100 000 l vuodessa	21 000 l vuodessa
Ei arviota	Ei arviota	Ei arviota	Noin 2 000 l vuodessa
Ei paljon	Ei paljon	Ei paljon	Vähän
Normaali lämpötila	Normaali lämpötila	Normaali lämpötila	Normaali lämpötila
Ohjeet varovaisesta ja hillitystä ajosta	Ohjeet varovaisesta ja hillitystä ajosta	Ohjeet varovaisesta ja hillitystä ajosta	Ei ole annettu
Moottoreiden lämmitys seisokkien aikana maista otetulla sähköllä	Moottoreiden lämmitys seisokkien aikana maista otetulla sähköllä	Moottoreiden lämmitys seisokkien aikana maista otetulla sähköllä	Ei mielipidettä

ENERGIAN SÄÄSTÖ LAUTTALIIKENTEESSÄ

Kyselykierroksen 3. - 5.3.1982 tulokset

Piikkeensalmi (33 t potkurilossi)	Hakovirta (42 t lossialus)	Kietävälä (42 t lossialus)	Puumala (60 t lossialus)
On joka talvi	Ei ole	Ei ole	Ei ole
N. 20 000 mk vuodessa	-	-	-
Yleensä 12 tonnia	-	-	-
Noin 3 kuukautta	-	-	-
-	Ei ole ollut	Ei ole ollut	Syväväylän laivat aiheut- tavat vaikeuksia
Pintavirran kehittimet 2 kpl. Käytetty keväällä ja syksyllä	Ei mitään	Ei mitään	Potkurivirroilla työnnet- ty lauttoja pois väyliltä
Noin 2 000 mk	-	-	Ei eritelty
Joudutaan ajamaan pakkasesta riippuen	Ei ajeta	Joudutaan pakkasesta riippuen	Ei tarvitse. Vilkas liikenne
-	Ei aiheuta	Ei aiheuta	Ei aiheuta
Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi
Ei vaadi	Ei vaadi	Ei vaadi	Ponttonien sulanapito
Vain väylän avaus	Jäät sulavat paikalleen	Ei tehdä	Ei tehdä
Ei ole	Toiminut esimerkki- paikkana	Ei ole	Ei ole
-	Ei liiku	Vähän	Vähän
Pysyy	Pysyy	Pysyy	Pysyy
Ei ole häkkeitä. Vauriot vähäisiä	Ajossa ei häkkeitä tarvita Telakoinnissa tarvitaan	Ei voida jättää pois	Ei voida jättää pois
N. kerran kahteen vuoteen ja lisäksi tarpeen mukaan	Puolivuositain ja lisäk- si tarvittaessa	Puolivuositain ja lisäk- si tarvittaessa	Puolivuositain ja lisäk- si tarvittaessa
Kyllä koneisto ja hydr. lämmitt. takia pakkasella	Ei käytetä	Ei käytetä	Ei käytetä
21 000 l vuodessa	41 000 l vuodessa	28 000 l vuodessa	Noin 100 000 l vuodessa
Noin 700 - 800 litraa vuodessa	Noin 3 000 - 3 500 l vuodessa	Ei tietoa	Noin 3 000 - 3 500 l vuodessa
Jonkin verran	Vain harvoin yöllä	Vähän	Vähän
Pyritään pitämään norma- lina. Koppi hatara	Kellokytkimellä päivä- lämpötila jopa 10°C (Nyt n. 4 000 mk/v)	Kellokytkimellä päivä- lämpötila jopa 10°C	Kellokytkimellä päivä- lämpötila jopa 10°C
Ei ole	Ajotapaa muutettu rauhal- lisemmaksi	Ajotapaa muutettu rauhal- lisemmaksi	
Ajotapaopetus	Ohjaamon rakennetta parannettava. 42 t lauttojen koneita suurennettava	Ohjaamon rakennetta parannettava 42 t lauttojen koneita suurennettava	

g) Ajotapa/ajotapakoulutus/apulaitteet

Polttoaineen kulutusta seuraattiin Turun piirin Kirveenrauman lauttapaikalla lossialuksella nro 173 29.5. - 21.10.1981 ja 31.3. - 24.4.1982 välisenä aikana. Polttoaineen kulutus todettiin mittarilukemana aina työvuoron päätyttyä. Samalla kirjattiin ylityskerrat sekä henkilöautoyksikköjen määrä työvuoron aikana.

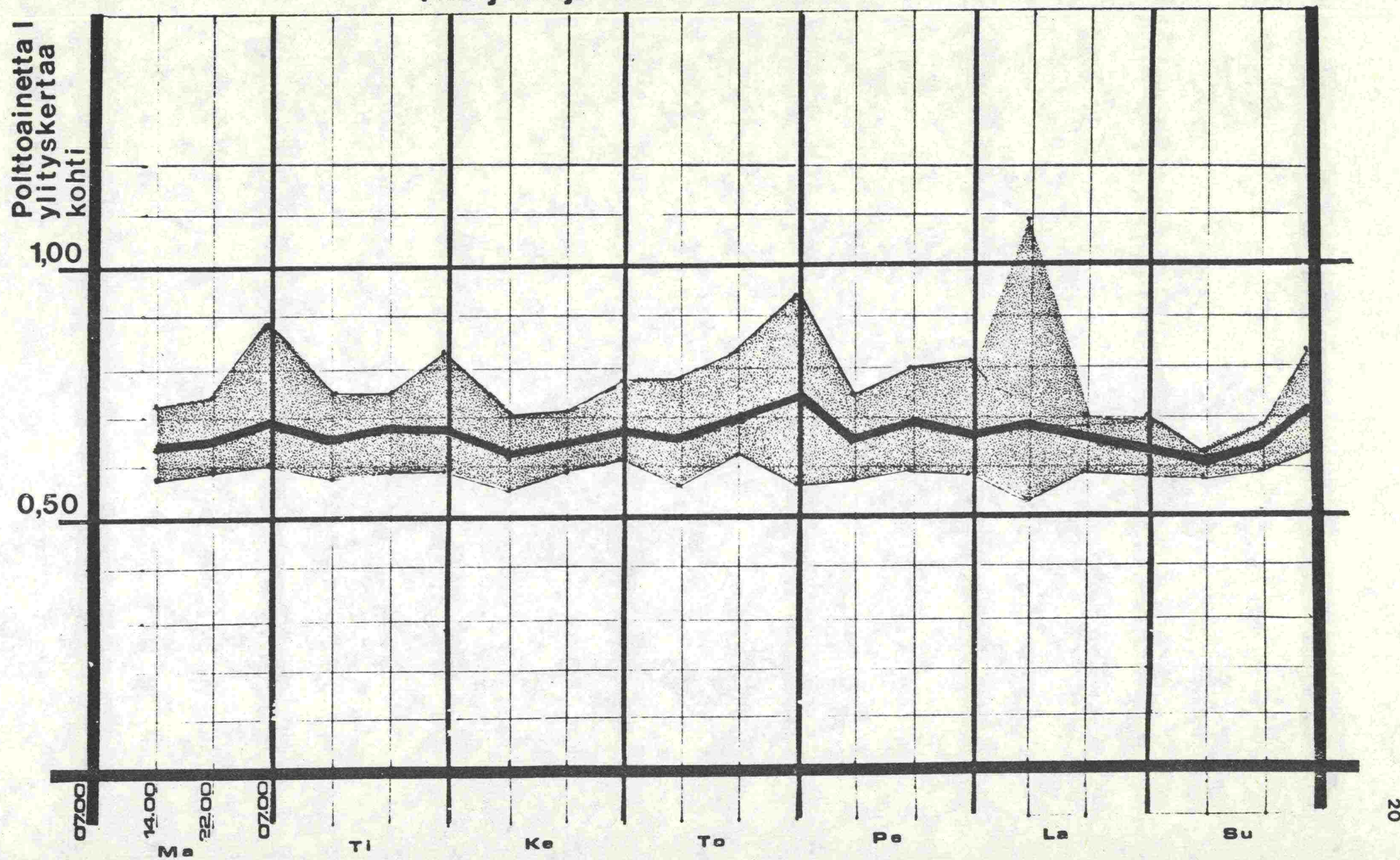
Voidaan todeta, että keskimääräinen polttoaineen kulutus tarkkailujaksona on ollut 0,66 litraa ylityskertaa kohti. Henkilöautoyksikköjen määrät ovat olleet niin vähäisiä, ettei niillä ole todettu olleen vaikutusta polttoaineen kulutukseen.

Max. kulutus yhden työvuoron aikana on ollut 1,1 litraa ylityskertaa kohti ja minimikulutus 0,52 litraa. Ääriarvot on todettu olleen lauantaipäivän aamuvuoron mittaustuloksia. Yövuorojen aikana polttoaineen kulutus on ollut n. 3 % suurempi kuin keskikulutus.

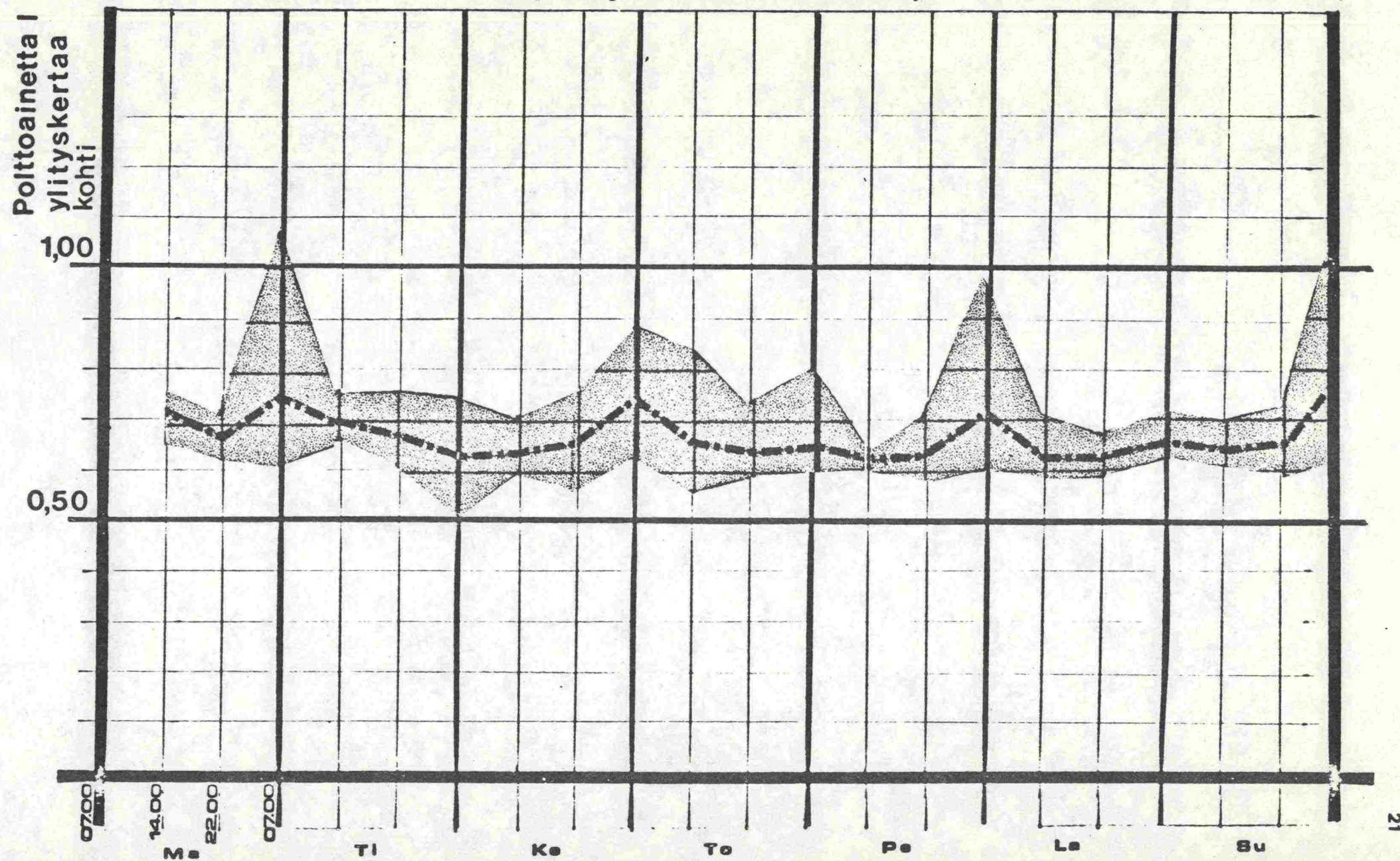
Edelleen voidaan todeta, että vakinaisten kuljettajien osalta polttoaineen kulutus on jäänyt keskiarvon alapuolelle (0,64 l) vaihtelurajan ollessa 0,61 - 0,69 l. Tilapäisten vuorottajien osalta polttoaineen kulutus on sen sijaan ollut selvästi keskiarvoa suurempi eli 0,71 l vaihtelurajojen ollessa 0,64 - 0,80 l ylityskertaa kohti. Tämä osoittanee, että ajotapakoulutusta taloudelliseen ajoon pyrittäessä tarvitaan:

- koska vakinaisten kuljettajienkin osalta on todettavissa polttoaineen kulutuksessa eroja
- ja koska varsinkin niiden kuljettajien osalta, joka tilapäisesti ovat joutuneet lautta kuljettamaan, polttoaineen kulutus on lähes 11 % suurempi kuin vakinaisten kuljettajien keskimääräinen kulutus.

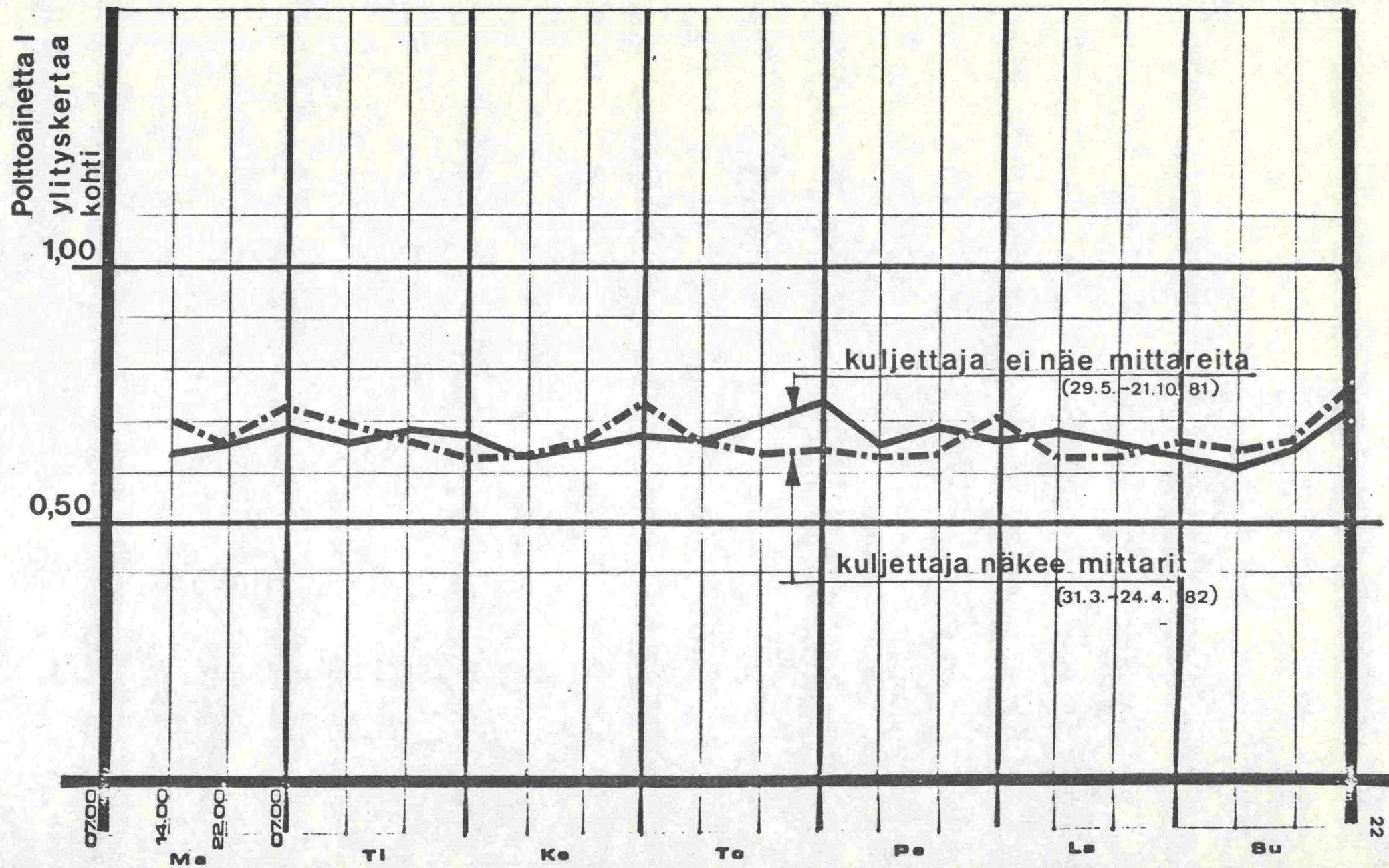
POLTTOAINEEN KULUTUS 29.5.-21.10.-81
(kuljettaja ei näe mittareita)



POLTTOAINEEN KULUTUS 31.3. - 24.4.-82 (kuljettaja näkee mittarit)



POLTTOAINEEN KULUTUS



h) Kuormitus

Tehdyissä kokeissa käytettiin kolmea eri kuormitusta:

0-kuorma, 1/2-kuormaa ja 1/1-kuormaa. Käyrästä voidaan havaita, että kuormituksen vaikutus on melko pieni, joten polttoaineen kulutuksen kannalta on edullista ajaa suuremmilla kuormilla jos näin voidaan jättää vuorovälit harvemmiksi.

Täydellä kuormalla ajettaessa havaittiin selvästi se, että rantautuminen oli melko vaikeaa. Tämän epäkohdan poistamiseksi tulisi rantautumislaitteita edelleen kehittää.

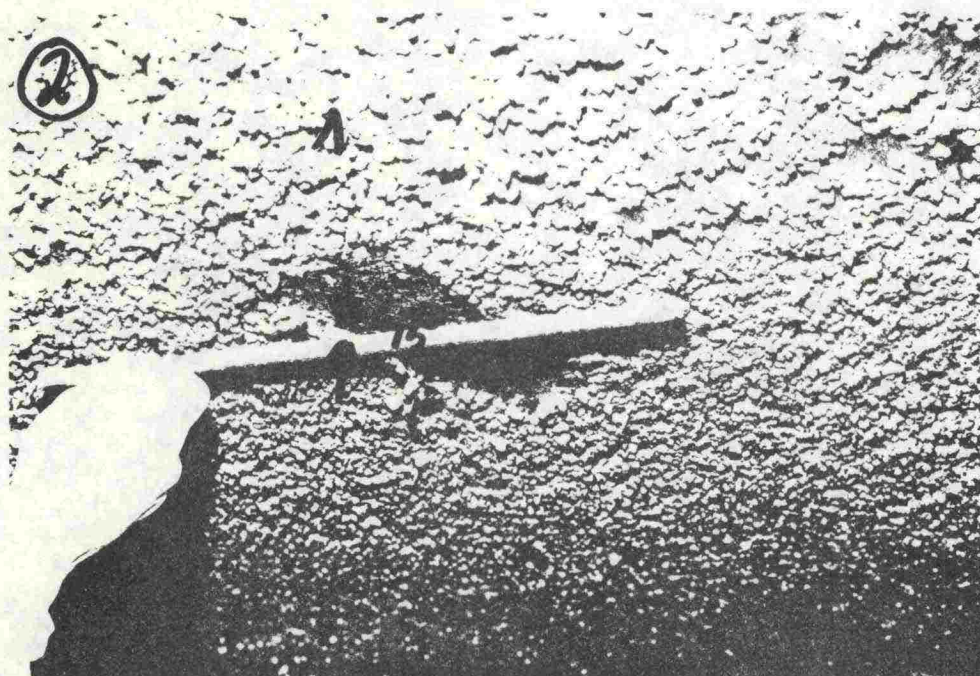
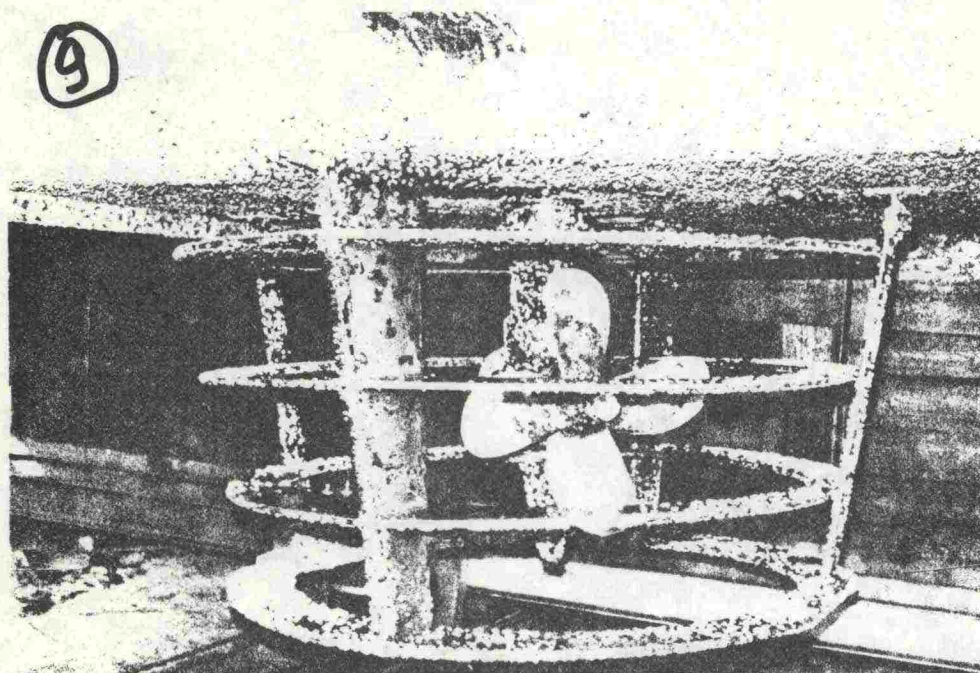
i) Ajo ilman vaijeria

Polttoaineen kulutukseen ei vaijerin poisjättäminen paljoakaan vaikuta. Sellaisilla paikoilla joissa väylä on melko pitkä ja köysi joudutaan pitämään löysällä, voidaan ylimääräistä polttoaineen kulutusta havaita. Sen sijaan lyhyillä paikoilla joissa köysi voidaan pitää kireällä saattaa köyden käyttö jopa säästää polttoainetta.

j) Rungon pinnoitteet (pinnan karheuden vaikutus)

Tässä tutkimuksessa ei ole pyritty selvittämään eri maali-
laatuojen paremmuutta polttoaineen kulutuksen kannalta,
vaan tyydyttiin toteamaan, mitä kokeilullossin pohjassa
oleva 12 - 14 mm:n näkkikerros vaikuttaa. Tällaista näkkien
kiinnittymistä lautan pohjaan ilmenee vain merialueella.

Käyrästä voidaan lukea, että nopeutta tällainen kerros
pienentää noin 15 % moottoreiden kierroksista lähes riippu-
matta. Polttoaineen kulutusta yhden ylityksen aikana se
lisää noin 20 %. Ylitykseen käytetty aika on noin 15 %
suurempi kuin puhtaalla pohjalla ajettaessa. Erikoista
tässä on vielä se, että pienillä moottoreiden kierroksilla
ajettaessa vaikutus oli huomattavasti suurempi. Esim.
n = 1400 1/min vaikutus oli noin 30 %.



Yhden kesän aikana lossialuksen pohjaan
kerääntynyt näkkikerros.

- k) Virtausolosuhteiden vaikutusta ei ole selvitetty, koska se on verraten vaikea toteuttaa ja vaikutukset lienevät normaalioloissa melko vähäiset.

MELUTASO

Mitatuista melutasoista voidaan todeta, että täysillä koneiden kierroksilla melu kannen alla oli 87 - 78 dBA riippuen mittaus suunnasta. Konehuoneiden kulkuluukut olivat tällöin auki. Kulkuaukkojen ollessa kiinni saatiin melutasoksi 78 - 77 dBA.

Moottoreiden kierrosten ollessa 1400 1/min olivat vastaat lukemat 77 - 72 dBA ja 70 - 67 dBA.

TOIMENPIDESUOSITUKSET

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että seuraavilla toimenpiteillä on polttoainetta säästävä vaikutus:

1. Aikataulujen ja kulkuaikojen käyttöönotto lauttaliikenteessä.
2. Jäätien käyttöönotto kaikissa niissä paikoissa missä se on mahdollista. Jäätien käyttö kannattanee myös silloin, kun sen johdosta vuorovälejä voidaan harventaa. Ei kuitenkaan niin paljon, että ylityksiä joudutaan tekemään väylän sulanapidon takia.
3. Lauttojen ajonopeutta alennetaan niin, että käytetään moottoreiden pyörimisnopeuksina vain noin 3/4 täysistä. Vain pakottavissa tilanteissa käytettäisiin tätä suurempia pyörimisnopeuksia. Toimenpiteellä päästään noin 30 % säästöön maksimikulutuksesta mutta ylitysaajat pitenevät hieman riippuen lauttaväylän pituudesta.
4. Väylä pidetään sulana vain niin pieneltä alalta kuin se on tarpeellista. Liian laajalti sulana pidetty alue vaatii turhaa energiaa ja aiheuttaa tarpeettomasti huurun muodostumista. Ajettaessa sulana pidettävässä väylässä, tulee käyttää riittävän pientä nopeutta ja ajaa tarkasti samaa reittiä. Näin vältetään jään reunojen murtumiselta ja vähennetään veden nousua jään päälle. Tulee harkita paikkakohtaisesti onko edullisempaa ajaa lautalla ylimääräisiä vuoroja väylän sulana pitämiseksi vaiko käyttää esim. pulputussysteemiä.
5. Jääolosuhteissa tulee ajaa niin, että kaikilla niillä lauttapaikoilla joita ei risteä avattava laivaväylä, voitaisiin jättää jäähäkit pois. Tästä on tehtävä ratkaisu paikkakohtaisesti ja se edellyttää, että käytetään rauhallista ajotyyliä.

6. Lauttojen pohjat tulee pitää mahdollisimman puhtaana näkeistä ja muista pintaa karhentavista aineista. Tämä on ongelmana lähinnä merialueilla joten tulee aluekohtaisesti harkita kuinka usein telakoinnit suoritetaan myrkkymaalin uusimiseksi.
7. Kullekin moottorille oma polttoaineen kulutusmittari, josta voidaan seurata kulutusta ja tätä kautta laitteiden kuntoa. Tätä säästöä on vaikea mitata ja se on tapauskohtainen, mutta esim. koelossissa toinen moottori kulutti noin 25 % enemmän polttoainetta kuin toinen. Ero johtui siitä, että toinen moottori oli ollut hiljattain huollossa jossa oli tarkastettu kaikki tarvittavat säädöt.
8. Moottoreiden säätöjen on aina oltava valmistajan ohjeiden mukaisia. Lisäksi voimansiirtolaitteet potkureineen tulee pitää hyvässä kunnossa.
9. Seisokkien ja pitkien odotusten aikana moottoreiden sekä ohjaamon lämmitys suoritetaan sähkövirralla. Moottoreita ei käytetä yksinomaan lämmityksen takia.
10. Riittävän ajotapakoulutuksen antaminen kuljettajille:
 - vältettävä käyttämästä suurempaa moottoreiden pyörimisnopeutta kuin $3/4 \times n \text{ max.}$
 - pyrittävä mahdollisimman rauhalliseen ja joustavaan ajotyyliin
 - vältettävä käyttämästä kierrokset "päälle - pois"-ajotyyliä
 - vältettävä äkillisiä koneella jarrutuksia ja lopetettava moottorilla vedätys riittävän ajoissa.
11. Ajetaan ilman vaijeria talviolosuhteissa. Poikkeuksen tekevät lyhyet lauttavälit.

12. Rantalaitteiden sulanapidossa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:
- rantautuessa käytettävä mahdollisimman pieniä moottoreiden pyörimisnopeuksia ja niitä potkureita joiden virtaus ei vahingoita rantalaitteita
 - ponttonien sulatuksessa käytetään ponttoniin sijoitettuja sähköisiä lämmityslaitteita, jotka ovat kytketyt päälle vain tarvittaessa. Jäitä ei sulateta kokonaan vaan ainoastaan irroitetaan ne ponttoneista.
13. Päivystyskopin lämpötila hoidetaan kellokytkimellä niin, että silloin kun siellä oleskellaan lämpötila on noin 20°. Muulloin lämpötila on enintään 15°.

ISBN 951-46-5508-7